

## 明 細 書

## 鑄鉄のチクソキャスティング装置と方法

## 技術分野

- [0001] 本発明は鑄鉄のチクソキャスティング装置と方法に関し、詳しくは酸化被膜の混入を防止し、健全で機械的性質に優れた鑄鉄の成形体を得るためのチクソキャスティング装置と方法に関する。

## 背景技術

- [0002] 鑄鉄を加熱し、固液共存状態の半熔融ビレットを金型で構成された鑄型内に射出成形するチクソキャスティングは、それまでの鑄鉄の鑄造法に比べて、薄肉且つ複雑な形状の部品の成形が可能である。また鑄造品に発生しやすい引け巣等の鑄造欠陥もほとんど無く、ニアネットシェイプの製品を得ることができるため、鑄鉄の新しい製造方法として有望視されている。

ところが上記従来の鑄鉄のチクソキャスティングにおいては、鑄鉄を半熔融状態に加熱する工程で、材料表面に形成される酸化皮膜が成形時に成形体に混入する欠陥が発生することがあり、安定して健全な製品を得ることが困難であるという問題があった。

また高温材料である鑄鉄の半熔融成形において、金型への熱負荷により金型に溶損、割れが発生することが大きな技術的問題であった。これらの溶損又は割れは、射出スリーブからキャビティ(鑄型空間)への射出路の末端、即ちキャビティの入口に設けられるゲートにおいて発生しやすく、金型全体の寿命を左右したり、金型補修に時間がかかる要因になっていた。

- [0003] 勿論、アルミニウム材料等におけるチクソキャスティングにおいて、酸化皮膜の成形体への混入を防止するためにゲートを設けたものもある。

更にアルミニウムのチクソキャスティングにおいて、前記酸化皮膜の混入を防止するためにキャビティの入口に設けるゲートを、スライドゲート方式にしたものがある。このスライドゲート方式は、ゲートを2分割し、その各分割ゲートを左右の位置から開閉自在にスライドさせることで、閉合状態でゲートを完成して射出成形に供すると共に、開

放した状態で待機するようにした方式である。

特許文献1:特開平8-300126号公報

特許文献2:特開平9-220656号公報

特許文献3:特開2003-73768号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0004] ところが上記スライドゲート方式のチクソキャスティングを高温材料である鋳鉄に用いた場合には、高温に原因してゲートの溶損、割れが発生しやすく、型の補修が頻繁に必要となったり、また熱歪みによりスライドゲートの開閉が困難になるといったトラブルが発生しやすい問題があった。

[0005] そこで本発明は上記従来のスライドゲート方式とは異なる方式を用いて、酸化皮膜の成形体への混入(キャビティへの混入)を効果的に防止して、健全で機械的性質に優れた鋳鉄の成形品を安定して得ることができる鋳鉄のチクソキャスティング装置と方法の提供を目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 上記課題を達成するため、本発明者は種々の実験と検討を重ねた結果、スライドゲート方式に代わる、いわゆるインサート方式と称することができる方式を用いた鋳鉄のチクソキャスティング装置を発明した。このインサート方式を用いた装置では、ゲートとして1つの独立物品であるゲート体を複数用意し、これを射出成形を行う毎に、キャビティ位置に配置する。このゲート体は成形体に鋳包まれた状態となる。

[0007] 即ち、本発明の鋳鉄のチクソキャスティング装置は、半熔融状態の鋳鉄が加圧充填されるべきキャビティを構成する一対の開閉自在な金型と、前記キャビティ内へ射出路を経て半熔融の被射出体を射出する射出手段とを少なくとも備え、前記キャビティへの入口に該入口を絞るゲートを設けた鋳鉄のチクソキャスティング装置であって、前記ゲートは、独立したゲート体で構成すると共に各射出成形毎に前記キャビティの入口に配置し、各射出成形後に成形体と共に取り出される構成にしたことを第1の特徴としている。

また本発明の鋳鉄のチクソキャスティング装置は、上記第1の特徴に加えて、ゲート

体は射出路に面するゲート穴の周囲を一定範囲にわたって凸部に形成してあることを第2の特徴としている。

また本発明の鑄鉄のチクソキャスティング方法は半熔融状態とされた鑄鉄からなる被射出体を金型内のキャビティに該キャビティの入口を絞るゲートを介して加圧充填する鑄鉄のチクソキャスティング方法であって、前記被射出体の外側周面を被射出体の鑄鉄よりも融点の高い鋼からなる0.2〜0.5mm厚さの薄板で被覆しておくことを第3の特徴としている。

- [0008] 上記第1の特徴による鑄鉄のチクソキャスティング装置によれば、半熔融の被射出体を射出手段を用いて射出成形するに際して、一対の金型によって構成されたキャビティの入口に、予め用意された1つのゲート体が配置される。その後、射出手段による被射出体の射出動作が行われ、半熔融の被射出体がキャビティの入口に配置されたゲート体を通してキャビティ内に加圧充填され、成形体となる。この際、キャビティの入口に配置されたゲート体は成形体と一体に鑄包まれた状態となる。成形終了後に一対の金型が開かれ、前記ゲート体は成形体と共に取り出される。

成形体と共に取り出されたゲート体は、成形体に付随するゲート部の部分を本来のキャビティ内の部分と割り分ける等により、回収して再使用に供することが可能となる。

- [0009] また上記第2の特徴による鑄鉄のチクソキャスティング装置によれば、ゲート体の形状として、射出路に面するゲート穴の周囲が一定範囲にわたって凸部に形成してあることで、射出手段によって射出路を押され、ゲート体に押し付けられた状態となった被射出体は、少なくともその側周面の酸化皮膜が前記凸部から外れた外側となり、ゲート穴からキャビティに射出されること無く取り残されることになる。

一定の範囲とは、被射出体との関係において、少なくとも被射出体の側周部の酸化皮膜が凸部から十分に外れる状態となるようなゲート穴周囲の範囲である。また凸部は2mm以上突出していることが好ましい。

- [0010] また上記第3の特徴による鑄鉄のチクソキャスティング方法によれば、被射出体の外側周面を被射出体の鑄鉄よりも融点の高い鋼薄板で被覆しておくことで、半熔融状態に加熱された際における被射出体の変形が防止される。また半熔融状態に加

熱された際における酸化皮膜の生成が少なくなる。また鋼薄板の厚みは0.2ー0.5 mmとするが、0.2mm未満では被射出体の半熔融状態における変形防止効果が望まれず、0.5mmを超えると加圧充填の際に鋼薄板がうまく折り畳まれず、充填不良の原因となる。好ましくは0.2ー0.3mmがよい。

前記鋼としては、例えばSUS系鋼を用いることができる。

### 発明の効果

- [0011] 請求項1に記載の鋳鉄のチクソキャスティング装置によれば、射出成形する数だけゲート体を用意する必要はあるが、ゲート体を射出成形を行う毎にキャビティの入口に配置することで、熱負荷の一番大きいゲート部を成形毎に取り替えていることになり、従来のスライドゲート方式に比べて、ゲートの溶損、割れを防止することが可能となった。

また従来のスライドゲート方式の場合は高価なベリリウム銅等を用いる必要があったが、本発明の場合はゲート体として球状黒鉛鋳鉄等の安価な材料でも十分に割れや溶損に耐えることができる。

更に型の構造を十分に簡素化することができるため、熱歪みによりスライドゲートの開閉が困難となるといったスライドゲート方式での問題も生じない。

勿論、本発明の場合はゲート体が成形体と一体に鋳包まれることになるが、鋳鉄のチクソキャストの場合、成形後の組織は白鉄となっているため、成形体のゲート部分を折るのは容易であり、ゲート体を取り出して再使用できる。

- [0012] また請求項2に記載の鋳鉄のチクソキャスティング装置によれば、上記請求項1に記載の構成による効果に加えて、ゲート体は射出路に面するゲート穴の周囲を一定範囲にわたって凸部に形成してあるので、ビレット等の被射出体先端の酸化皮膜の大部分を凸部の周囲の空間に滞留させることができる。また凸部の存在により被射出体全体が外周に押し付けられる力が作用し、被射出体外側周の酸化皮膜の混入が防止できる。即ち、被射出体の酸化皮膜のキャビティ内(成形体内)への混入を効果的に防止することができる。

- [0013] また請求項3に記載の鋳鉄のチクソキャスティング方法によれば、被射出体の外側周面を被射出体の鋳鉄よりも融点の高い鋼からなる薄板で被覆しておくことで、半溶

融状態に加熱した際の被射出体の変形を防止することができる。特に比較的大きな製品を成形する場合には、製品に合わせた大きさのビレット等の被射出体を使用する必要があり、被射出体が大きくなるほど加熱の際に自重で被射出体(ビレット)が変形しやすくなる。変形した半溶融の被射出体をそのままチクソキャスティングすることはスケール巻込みの原因となり、好ましくない。

また被射出体の外側周面を被射出体の鋳鉄よりも融点の高い鋼からなる薄板で被覆しておくことで、被射出体を固液共存状態に加熱しても酸化皮膜の発生を少なくすることができる。

また被覆した鋼板は薄板であるので、被射出体の加圧充填の際に、ゲート体の手前で折り畳まれる状態となり、この折り畳まれた薄板により被射出体の表面の酸化皮膜を捕まえてキャビティ内への混入を防止することができる。

#### 図面の簡単な説明

[0014] [図1]本発明の実施形態を示す縦断面図である。

[図2]本発明の他の実施形態を示す縦断面図である。

#### 符号の説明

- [0015]
- |    |        |
|----|--------|
| 10 | 可動金型   |
| 20 | 固定金型   |
| 21 | 嵌合凹所   |
| 22 | 貫通穴    |
| 30 | プランジャー |
| 40 | スリーブ   |
| 41 | 投入口    |
| 50 | ゲート体   |
| 51 | ゲート穴   |
| 52 | 凸部     |
| 60 | キャビティ  |
| 70 | 押し出しピン |
| 80 | 射出路    |

## B ビレット

## 発明を実施するための最良の形態

[0016] 図面を参照して、本発明の実施形態を更に詳細に説明する。

図1を参照して、装置は、可動金型10と固定金型20とが一对となった金型と、射出手段を構成するプランジャー30とスリーブ40と、ゲート体50等からなる。

[0017] 前記可動金型10には固定金型20との当接面に凹所が設けられ、この凹所がキャビティ60となる。また可動金型10には、成形後の成形体を型から外すのに用いる押し出しピン70が設けられている。

[0018] 前記固定金型20には、前記スリーブ40が連結されて射出路80が構成される。また固定金型20には、前記可動金型10と当接する面にゲート体50を嵌め込んで固定するための嵌合凹所21が設けられている。またこの嵌合凹所21に連通して前記射出路80の一部となる貫通穴22が設けられている。

[0019] 前記プランジャー30は射出路80を進退し、その進出により被射出体である半溶融のビレットBを前方に押し出し、ゲート体50を介してキャビティ60内に加圧充填する。  
前記スリーブ40には、ビレットBを射出路80に入れる投入口41が設けられる。  
前記ビレットBとしての被射出体は鑄鉄材料とし、半溶融状態で投入口41から射出路80に入れられる。

[0020] ゲート体の材料としては、例えば球状黒鉛鑄鉄を用いることができるが、射出成形時の温度で溶けてしまうような材料を除き、種々の安価な金属材料を用いることができる。またセラミック等の使用も可能である。このゲート体50は射出成形が1回行われる毎に1個用いられるので、安価であることが求められるが、その他に、溶損、割れが生じにくい材料、回収して再使用する際に成形体との分離に適した材料等、再使用しやすい材料を用いることができる。

ゲート体50には貫通穴からなるゲート穴51が設けられる。このゲート穴51の径(直径)は前記射出路80の径(直径)よりも当然小さく、また前記ビレットBの径(直径)よりも小さくなるようにする。そしてゲート穴51の中心が射出されるビレットBの断面中央付近に位置するように、ゲート体50が前記金型の嵌合凹所21に嵌合されて配置される。

ゲート体50は、一对の金型10、20が閉止される前に、固定金型20の嵌合凹所21に嵌め合わされる。この嵌め合わせに際しては、ゲート体50と固定金型20とを機械的に結合することは行わず、固定金型20が可動金型10とが合わされた状態においてゲート体50が確実に固定状態となるようにしている。

[0021] ゲート体50は、一对の金型10、20が閉止された状態(図1の状態)で、キャビティ60の入口に配置されることになり、そしてゲート体50のゲート穴51がキャビティ60への実際の絞られた入口となる。前記ビレットBは、このゲート穴51からキャビティ60内に射出される。

射出成形が終了すると、金型10、20が開放され、押し出しピン70によってキャビティ60内の成形体がゲート体50と共に取り出される。

取り出された成形体はゲート体50のゲート穴51内の凝固部によってゲート体50と一体になっているが、鋳鉄のチクソキャスティングの場合は、成形後の組織は白銑となっているため、成形体の前記ゲート体50の凝固部分を容易に折ることができ、分離してゲート体50の再利用に供することができる。

[0022] 図2を参照して、この実施形態は、上記図1に示すものと比べて、ゲート体50の形状を異ならせたものである。他の構成は異なることがないので、同一符号を付して図2に表すことで、説明をしたものとする。

[0023] 図2に示す形態においては、ゲート体50のゲート穴51の周囲を一定範囲にわたって凸部52に形成している。一定範囲とは、少なくともビレットBの側周部の酸化皮膜が凸部52から十分に外れる状態となるようなゲート穴51周囲の範囲である。が、ビレットBの先端の酸化皮膜の大部分を凸部52の周囲の空間に滞留させるようにすることを考慮すると、前記一定範囲は、そのような効果を奏することができるようなゲート穴51の周囲のより狭い範囲とすることになる。

また凸部は2mmから10mm程度とする。

ゲート体50のゲート穴51の周囲を凸部52に形成することで、ビレットBに生じた酸化皮膜のキャビティ60内への混入(巻込み)を防止する効果が上がる。

[0024] また鋳鉄のチクソキャスティングにおいて、ビレットBである被射出体の酸化皮膜がキャビティ60内に混入するのを防止する方法としては、ビレットBの外側周面を、その

ビレットBの融点よりも高い融点の鋼からなる薄板で被覆するのが好ましい。この場合、鋼の薄板の厚みは、0.2～0.5mmとすることができ、好ましくは0.2～0.3mmとする。この理由は既に段落0008で述べた。

鋼の薄板の役割は、ビレットBが加熱された際に変形するのを防止すること、ビレットBの表面に生じる酸化皮膜の生成を少なくすること、及び射出成形の際に鋼の薄板がゲート体50の存在によってゲート穴51に入ること無くゲート体50の手前で折り畳まれて残留し、その折り畳まれた薄板によってビレットBの酸化皮膜を捕まえ、酸化皮膜がゲート穴51内に入っていくのを防止することである。

従って前記薄板の厚みは、理論的には該薄板が射出成形の際にうまく折り畳まれ、且つビレットBの表面に生じる酸化皮膜の生成を良好に予防できるような厚みであればよく、具体的な寸法が限定されるものではない。

### 実施例

[0025] 表1に実施例のチクソキャストイングに用いた亜共晶鑄鉄材料の化学成分を示す。実施例、比較例とも同一チャージの連続鑄造棒より採取したビレットであり、化学成分のバラツキはほとんど無く、同一条件の材料と言える。

[0026] [表1]

	成 分 組 成 (重量%)							
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Fe
ビレット	2.35	2.00	0.60	<0.04	<0.04	1.00	<0.04	残部

[0027] ビレットの寸法は直径75mm、長さ150mm、重量5Kgである。チクソキャストイングの成形条件は、実施例、比較例ともその射出速度、射出圧力等、ビレットの加熱温度条件以外の条件は全て同一とした。

各実施例1～6及び比較例1～4とも各20本のテストピースを成形した。

実施例1、2は凸部の無い(フラットな)ゲート体を用いたチクソキャストイングの場合、実施例3、4は凸部の有るゲート体を用いたチクソキャストイングの場合、実施例5、



6は実施例1、2に0.3mm厚さのSUS鋼の薄板をビレットに被覆した場合である。比較例1、2はゲートそのものを用いないチクソキャスティングの場合、比較例3、4は、凸部の無い(フラットな)ゲート体を用いた場合であるが、0.6mm厚さのSUS鋼の薄板をビレットに被覆した場合である。

目視及び超音波探傷検査により、ビレット加熱時のビレットの変形の有無、成形後の酸化皮膜の巻込み欠陥の有無、その他の欠陥の有無を検査した。

表2に射出成形の条件と酸化被膜の巻込み欠陥の発生した成形体の数、及びその他の欠陥の有無を示す。

なお表2の「酸化被膜の巻込み欠陥」の欄において、例えば「2P/20」と記載されているのは、テストピース20本のうち2本に欠陥が有ったことを示す。

[0028] [表2]

		ビレット 加熱温度 (℃)	ゲート体	SUS系 鋼被膜 (mm)	ビレット 変 形	酸化被膜の 巻込み欠陥	その他の 欠 陥
実 施 例	1	1205	フラット	無し	無し	有り 2P/20	無し
	2	1220	フラット	無し	有り	有り 3P/20	無し
	3	1205	凸形状	無し	無し	有り 1P/20	無し
	4	1220	凸形状	無し	有り	有り 2P/20	無し
	5	1205	フラット	0.3	無し	無し	無し
	6	1220	フラット	0.3	無し	無し	無し
比 較 例	1	1205	ゲート無し	無し	無し	有り 20P/20	エア巻込み有り
	2	1220	ゲート無し	無し	有り	有り 20P/20	エア巻込み有り
	3	1205	フラット	0.6	無し	無し	ゲート穴詰まり 充填不良有り
	4	1220	フラット	0.6	無し	無し	充填不良有り

[0029] 表2を参照して、比較例1、2はゲート自体を設けること無く射出成形したもので、全数に酸化皮膜の巻込み欠陥、エアの巻込み欠陥が発生した。

実施例1、2はフラット(凸部無し)のゲート体を用い、ビレットの被覆をしないもので、酸化皮膜の巻込みを大幅に減少でき、その他の欠陥も発生しなかったが、ビレットの加熱温度を1220℃にするとビレットの変形が生じた。

実施例3、4は凸部を形成したゲート体を用い、ビレットの被覆をしないもので、酸化皮膜の巻込みもほぼ無く、その他の欠陥も発生しなかったが、ビレットの加熱温度を1220℃にするとビレットの変形が生じた。

実施例5、6はフラット(凸部なし)のゲート体を用い、且つビレットをSUS系鋼の0.3mm板で被覆したもので、酸化皮膜の巻込みやその他の欠陥が発生しない他、ビレットの加熱温度を1220℃にしてもビレットの変形が生じなかった。

比較例3、4は実施例5、6と同じであるが、ビレットを被覆するSUS系鋼の板厚を0.6mmとしたものである。ビレットを1205℃に加熱したものでは被覆板がゲート体のゲート穴を詰まらせて、充填不良が発生した。また1220℃でも被覆板を変形させる抵抗が大きく、充填不良が発生した。0.6mmは厚過ぎて不適當であつた。

#### 産業上の利用可能性

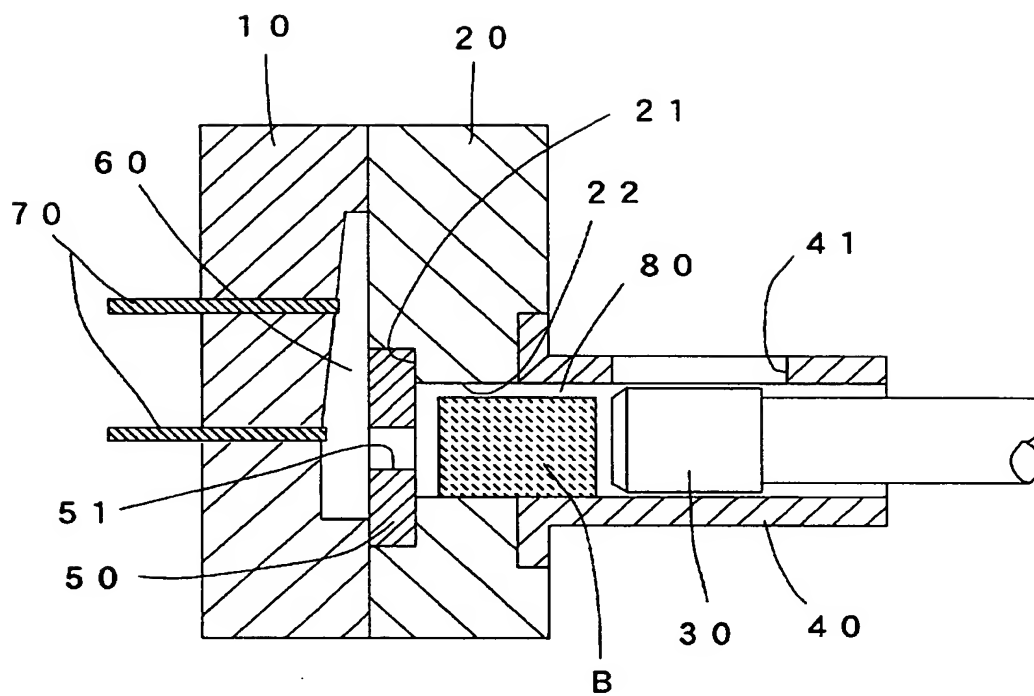
- [0030] チクソキャスティングは、従来の鑄鉄の鑄造法に比べて、薄肉且つ複雑な形状の部品の成形が可能である。また鑄造品に発生しやすい引け巣等の鑄造欠陥もほとんど無く、ニアネットシェイプの製品を得ることができるため、鑄鉄の新しい製造方法として有望視されている。

### 請求の範囲

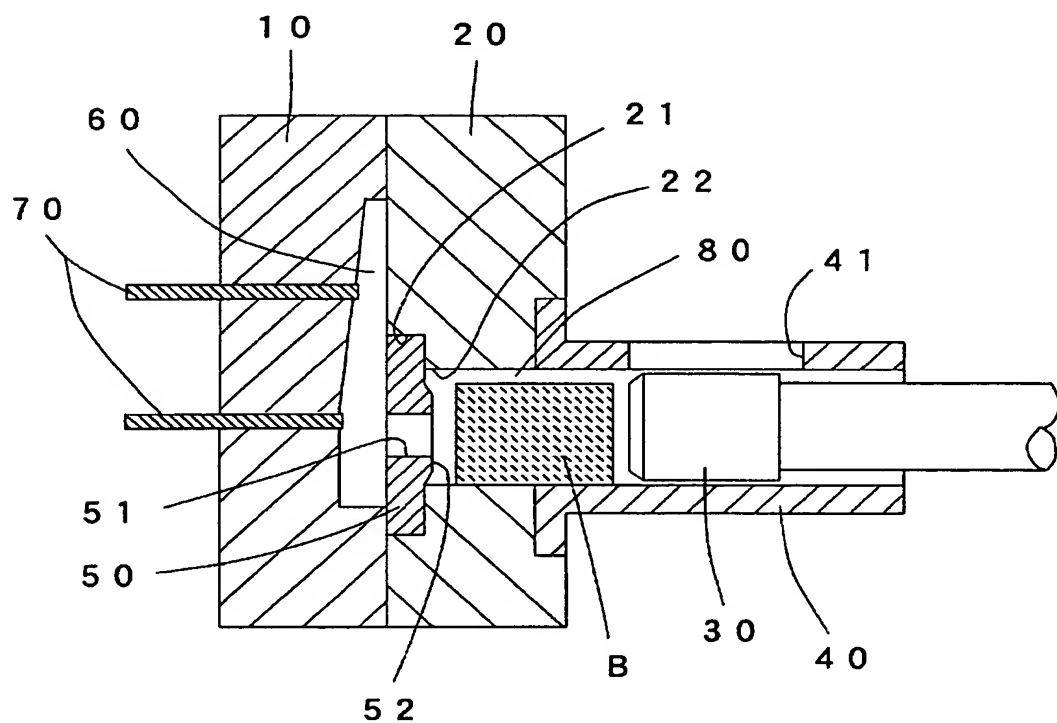
- [1] 半熔融状態の鋳鉄が加圧充填されるべきキャビティを構成する一対の開閉自在な金型と、前記キャビティ内へ射出路を経て半熔融の被射出体を射出する射出手段とを少なくとも備え、前記キャビティへの入口に該入口を絞るゲートを設けた鋳鉄のチクソキャスティング装置であって、前記ゲートは、独立したゲート体で構成すると共に各射出成形毎に前記キャビティの入口に配置し、各射出成形後に成形体と共に取り出される構成としたことを特徴とする鋳鉄のチクソキャスティング装置。
- [2] ゲート体は射出路に面するゲート穴の周囲を一定範囲にわたって凸部に形成してあることを特徴とする請求項1に記載の鋳鉄のチクソキャスティング装置。
- [3] 半熔融状態とされた鋳鉄からなる被射出体を金型内のキャビティに該キャビティの入口を絞るゲートを介して加圧充填する鋳鉄のチクソキャスティング方法であって、前記被射出体の外側周面を被射出体の鋳鉄よりも融点の高い鋼からなる0.2〜0.5mm厚さの薄板で被覆しておくことを特徴とする鋳鉄のチクソキャスティング方法。

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

[図1]



[図2]



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**